

Активное расширение глобальной сети Интернет сопровождается интенсивным развитием электронного обучения (e-learning), открывающего возможности использования в инженерном образовании математического моделирования технических устройств и систем, виртуальных научных лабораторий, удаленного доступа к уникальному оборудованию. Термин e-learning (электронное обучение) употребляется для обозначения всех форм преподавания и учения, осуществляемых с использованием компьютеров и компьютерных сетей. Электронное обучение может происходить как в очной, так и в заочной форме. Системы коммуникации в электронном обучении являются средствами обучения. В электронном обучении используются веб-технологии, компьютерные технологии, виртуальное образование и цифровые технологии. Содержание, обогащенное возможностями мультимедийных средств, графических изображений, анимации, видео- и аудиозаписей, может изучаться как самостоятельно, так и под руководством преподавателя. Средствами доставки содержания выступают Интернет, корпоративные сети, спутниковое телевидение и компакт-диски. Нередко термин «электронное обучение» ошибочно употребляется как синоним дистанционного образования. Под «дистанционным образованием» понимается «обеспечение доступа к обучению в условиях, когда источник информации и обучающийся разделены во времени или пространстве» [1]. До распространения компьютеров и Интернета в дистанционном образовании использовались такие каналы доставки образовательного контента, как обычная почта, радио и телевидение. Таким образом, электронное обучение может быть дистанционным, а дистанционное обучение может быть электронным. Синонимами же «электронного обучения» являются понятия «обучение с использованием компьютера» (Computer-Based Learning, CBL), «компьютеризированное обучение» (Computer-Based Training, CBT), «обучение с использованием Интернета» (Internet-Based Training, IBT) и «обучение с использованием веб-технологий» (Web-Based Training, WBT). Термин «компьютеризированное обучение», в свою очередь, нередко употребляется в качестве синонима «обучения с использованием веб-технологий». Разница между этими видами обучения состоит в способе передачи информации: в компьютеризированном обучении это компакт-диск, а в веб-обучении – интернет или веб-браузер. Различаются по смыслу и понятия «обучение с использованием компьютера» и «компьютеризированное обучение». Термин «обучение с использованием компьютера» применяется для обозначения использования компьютеров в качестве ключевого компонента образовательной среды. Он может относиться и к их использованию в аудиторном обучении, и к более широкому применению компьютеров в качестве элемента образовательной среды. Бурный рост электронного обучения в последние годы объясняется его экономичностью и эффективностью. По некоторым оценкам, электронное обучение позволяет снизить затраты на 32-45%, время обучения – на 35-45%, а

скорость запоминания учебного материала повышает на 15-25% [2]. В США ежегодный рост количества студентов, получавших образование онлайн, составил в 2004-2009 году 12-14% при увеличении количества студентов в целом на 2% в год [3]. В 2009 году 44 процента американских студентов частично или полностью обучались в режиме онлайн [4]. Опросы студентов, имеющих лучшие академические результаты, свидетельствуют о более высокой удовлетворенности онлайн программами по сравнению с традиционными [5]. Электронное обучение быстро внедряется и в послевузовском профессиональном образовании, и ведущие исследовательские университеты предлагают в режиме онлайн различные программы послевузовского образования, включая докторские программы. В настоящее время электронное обучение адаптировано и широко используется компаниями для внутрифирменного обучения. Развитие технологии e-learning происходит в двух направлениях – совершенствования используемых технических устройств и систем и совершенствования педагогических подходов к электронному обучению. Первые системы обучения с использованием компьютеров были ориентированы на передачу знаний в форме обучающих пакетов с заданиями, которые передавались обучающимся и после выполнения оценивались преподавателем. К ним можно отнести онлайн лекции и использование электронной почты для передачи педагогических инструкций и информации об оценках. Компьютеризированное обучение (или тренинг, основанный на использовании компьютера) – это самостоятельное обучение, доступное посредством компьютера или портативных устройств. В компьютеризированном обучении функции педагога исполняет обучающая программа, содержание обычно представлено в формате электронных учебников и пособий, записанных на компакт-дисках. Оценка знаний при компьютеризированном обучении обычно осуществляется в форме вопросов с множественным выбором или других интерактивных вопросов, ответы на которые обрабатываются компьютером автоматически. Порядок предъявления вопросов и степень их трудности зависят от правильности ответов на вопросы. Программное обеспечение предусматривает ранжирование результатов и их хранение в режиме онлайн, обеспечивая мгновенную обратную связь. К преимуществам компьютеризированного обучения относят: · создание дополнительных стимулов к обучению и активное вовлечение в него обучающихся; · соответствие индивидуальным образовательным запросам; · возможность изучения материала в оптимальном для каждого обучающегося ритме; · наличие немедленной обратной связи; · сохранение информации о результатах каждого обучающегося; · возможность использования широкой аудиторией; · возможность синхронного обучения больших групп обучающихся, находящихся в разных местах. В то же время, компьютеризированное обучение выдвигает и ряд требований. Создание материалов для компьютеризированного обучения требует значительных затрат.

Отсутствие межличностного взаимодействия при компьютеризированном обучении накладывает ограничения на тип содержания, которое может изучаться посредством компьютера. Программное обеспечение для компьютеризированного обучения является зачастую слишком сложным для использования преподавателями-предметниками. Поэтому важным фактором, влияющим на эффективность компьютеризированного обучения, является наличие квалифицированных преподавателей, обладающих достаточными дидактическими навыками, необходимыми знаниями в предметной области и хорошо подготовленных к пользованию компьютером и Интернетом. В настоящее время наметилась тенденция сокращения многими образовательными учреждениями доли компьютеризированного обучения в пользу обучения с использованием Интернета и веб-технологий. Начало использования Интернета в образовательных целях привело к революционным изменениям в электронном обучении. Пионером здесь выступил Британский открытый университет, сделавший основной упор во всех курсах на онлайн дискуссии между студентами и их взаимодействие в целях совместного создания сетевого учебного содержания [6]. Новый подход привел к возникновению нового термина e-learning 2.0, применяемого к системам совместного обучения с компьютерной поддержкой и совместного использования или конструирования сетевого учебного содержания в процессе онлайн коммуникации [7] посредством таких инструментов, как блоги, программы совместного обучения, виртуальные классы, электронные портфолио, вики, подкасты, виртуальные миры и др. В основу данного подхода легли идеи культурно-исторической теории развития психики Л.С.Выготского, согласно которой возникновение речевого мышления, а значит, и конструирование знаний носит социальный, общественно-исторический характер [8]. Поэтому наиболее эффективным способом обучения является коллективное обсуждение изучаемого материала и совместное решение проблем. По мнению сторонников обучения через социальное взаимодействие, лучший способ усвоения материала – это преподавание его другим. Другой идеей Л.С.Выготского является его концепция зоны ближайшего развития [9], в соответствии с которой при самостоятельном обучении учебные задачи могут вызывать затруднение обучающихся, что требует организации взаимодействия с педагогами или более опытными коллегами для их успешного решения. Идеи Л.С.Выготского получили свое развитие в теории сотрудничества Герри Сталя, рассматривающего дискурс как форму социального взаимодействия, в процессе которого происходит конструирование знаний [10]. Обучение, согласно Сталю, не сводится к простому усвоению фактов, а представляет собой динамический, непрерывный и развивающийся результат сложных взаимодействий, происходящих внутри сообществ людей. Автор выделяет четыре главных направления развития теории сотрудничества, среди которых совместное конструирование знаний,

представляющее собой более конкретное понятие, чем «обучение»; соотношение и взаимное переплетение групповых и индивидуальных траекторий в процессе достижения группового понимания; опосредствование процесса познания и обучения материальными объектами; определение показателей, удостоверяющих, что результатом взаимодействия стало конструирование знаний [11]. Реализация основных подходов теории сотрудничества в обучении способствует более широкому использованию в учебном процессе компьютерного моделирования. Одним из направлений внедрения электронного обучения в высшем образовании является создание виртуальной обучающей среды, в которой все аспекты учебных курсов управляются через единый стандартный для всего учреждения пользовательский интерфейс. Университеты, используя возможности виртуальной образовательной среды, предоставляют студентам услуги онлайн поддержки, такие как онлайн консультирование и регистрация, онлайн покупка учебников, студенческое самоуправление и студенческие газеты. В Казанском национальном исследовательском технологическом университете внедряется система Moodle – электронная платформа управления программами обучения, обеспечивающая возможность коммуникации между преподавателями и студентами. Система Moodle включает такие инструменты управления учебным процессом, как архив файлов, дискуссионный форум, онлайн календарь, онлайн новости и объявления, онлайн тестирование, ранжирование студентов и др. [12]. Одним из важных направлений использования электронного обучения в инженерном образовании является разработка и внедрение виртуальных и удаленных лабораторных практикумов. Это становится особенно актуальным в условиях стремительного развития технологий, когда вузы испытывают трудности в оснащении технической лабораторной базы новейшими приборами и устройствами [см., напр., 13, 14, 15]. Одним из инструментов электронного обучения, используемых для выполнения лабораторных работ и практических занятий, а также курсового и дипломного проектирования, подготовки бакалаврских и магистерских диссертаций, являются виртуальные учебные лаборатории. Предложена типология виртуальных учебных лабораторий, включающая системы процедурного, декларативного и гибридного (процедурно-декларативного) типов [16]. Лаборатории процедурного типа ориентированы на изучение свойств объектов и процессов в технике с помощью математического моделирования и вычислительных экспериментов с использованием учебных пакетов прикладных программ или их промышленных аналогов. Сложность в использовании лабораторий данного типа связана с тем, что осмысленная учебная работа с пакетами прикладных программ требует определенной инженерной квалификации, которой студенты в большинстве своем еще не обладают [17]. Лаборатории декларативного типа представляют собой виртуальные кабинеты для изучения конструкций технических объектов,

включающие структурированные описания технических объектов с использованием графических объектов, гиперссылок, аудио- и видеофайлов, анимации, flash-анимации с лупой, позволяющей видеть агрегат в целом и рассматривать его мелкие детали и др. Лаборатории гибридного типа представляют собой виртуальные аналоги приборов и имитационные модели технических и технологических процессов. Данный тип виртуальных учебных лабораторий целесообразно использовать для имитации типовых лабораторных работ на сложном и уникальном оборудовании, исследования аварийных режимов работы технических устройств и др. В качестве отдельного типа выделяются системы с сетевым удаленным доступом к реальным лабораторным установкам, позволяющие получать в реальном времени на удаленном компьютере результаты воздействия на реальный физический объект. Системы данного типа могут создаваться для обеспечения доступа к уникальным установкам в рамках кооперации нескольких университетов, в частности, при реализации концепции виртуального университета [18]. Одним из вариантов систем последнего типа может служить обеспечение удаленного доступа при выполнении студентами лабораторных и практических занятий к ресурсам предприятий, размещенным в сети Интернет. Такой подход позволяет приблизить реальное производство к обучающемуся и повысить качество подготовки. Анализ показал, что в процессе подготовки инженеров для полимерного производства могут использоваться существующие онлайн ресурсы, представляющие виртуальные химические лаборатории. Среди подобных ресурсов имеются как коммерческие, так и те, что работают в режиме свободного доступа. На сегодняшний день среди них преобладают англоязычные, хотя есть и русскоязычные разработки. Среди бесплатных англоязычных ресурсов, в частности, можно найти виртуальные химические лаборатории Оксфорда, Университета Питсбурга и др.:

- Virtual Lab Simulator (<http://www.chemcollective.org/vlab/vlab.php>);
- Virlab: A Virtual Laboratory (<http://www.virtlab.com/main.aspx>);
- Virtual Chemistry Experiments (<http://www.chm.davidson.edu/vce/>);
- Dartmouth ChemLab (<http://www.dartmouth.edu/~chemlab/>);
- Virtual Chemistry Lab (<http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/>);
- Chemistry Experiment Simulations (<http://group.chem.iastate.edu/Greenbowe/sections/projectfolder/animationsindex.htm>);
- Hi! Hydrogen (<http://library.thinkquest.org/11430/index2.html>);
- Chemistry Homework: Interactive Tutorials (<http://chemistry2.csudh.edu/homework/hwintro.html>);
- ACD/ChemSketch Freeware (<http://www.acdlabs.com/download/>);
- Web-Based High School Chemistry Simulations (<http://ltd.edc.org/science>);
- Virtual Chemistry Book (<http://www.chem1.com/acad/webtext/virtualtextbook.html>);
- The Interactive Library ([http://www.edinformatics.com/il/il\\_chem.htm](http://www.edinformatics.com/il/il_chem.htm));
- General Chemistry Jeopardy Games (<http://chemed.chem.pitt.edu/Jeopardy/genchem/index.htm>);
- Y Science Laboratories

(<http://chemlab.byu.edu/>); · Virtual Chemistry Laboratory

<http://chemistry.dortikum.net/en/home/> (см. рис. 1). Рис. 1 – Скриншот виртуальной химической лаборатории Virtual Chemistry Laboratory Приведем также перечень коммерческих ресурсов, один из которых предоставляет пользователям возможность создавать собственные модели виртуальных химических экспериментов: Online Chem Labs (<http://www.onlinechemlabs.com/>); Late Nite Labs (<https://latenitelabs.com/>); ChemLab

(<http://modelscience.com/products.html?ref=home&link=chemlab>) (см. рис. 2). Рис. 2 – Скриншот виртуальной химической лаборатории ChemLab Среди

русскоязычных ресурсов можно привести: мультимедийный учебник по органической химии для средней школы (<http://cnit.ssau.ru/organics/index.htm>)

(см. рис. 3); Рис. 3 – Скриншот мультимедийного учебника по органической химии виртуальную образовательную лабораторию VirtuLab

([http://www.virtulab.net/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=5](http://www.virtulab.net/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=5)

(см. рис. 4). Рис. 4 – Скриншот виртуальной образовательной лаборатории VirtuLab

Компонентами виртуальных химических лабораторий являются:

виртуальное оборудование, включая колбы, пробирки, горелки, калориметры, счетчики Гейгера, потенциометры, спектрофотометры, весы, комплект оборудования для дистилляции и др.; виртуальные лабораторные процедуры – фильтрация, нагревание, охлаждение, измерение температуры, веса и других параметров и т.д.; виртуальные учебные кабинеты установок технологических процессов; системы имитационного моделирования химических процессов – окислительно-восстановительных реакций, горения, электрохимии, ядерной химии и т.д.; пакеты прикладных программ, такие как электронный микроскоп, периодическая таблица и т.д. Признавая эффективность электронного обучения в условиях быстрой смены технологий и устаревания оборудования, большая часть авторов и экспертов, тем не менее, считают невозможной полноценную подготовку по большинству инженерных специальностей без получения навыков работы с реальными приборами и установками, без которых невозможно развитие моторной памяти у будущих инженеров. Отмечается, что при внедрении информационных технологий в инженерное образование следует не упускать из виду такие важные компоненты инженерной квалификации, как инженерное чутье, опирающееся на знание фундаментальных свойств технических объектов и процессов, и умение глубоко анализировать эти свойства, учитывать трудно формализуемые факторы, всегда имеющиеся в инженерной деятельности [19]. Так, в ходе исследования использования виртуальной 3D лаборатории в дистанционном обучении химии [20] было показано, что виртуальная лаборатория не может заменить реального практического опыта взаимодействия с химическими веществами и реактивами, хотя и может помочь познакомить студентов с устройством реальной химической лаборатории и порядком проведения реального эксперимента. В то

же время, исследователи признают возможность существенного снижения удельного веса традиционных форм обучения за счет изучения реальных процессов на базе виртуальных лабораторных практикумов [21]. Таким образом, для эффективного использования электронного обучения в инженерном образовании необходимо решение вопроса о соотношении виртуальных и реальных лабораторных работ и практикумов применительно к каждой конкретной специальности.